

Сделаем анализ этих зависимостей при эффективности классификаторов 65 % по критерию Эдера-Майера ($p = 5,1$). Тогда при первой перечистке эффективность возрастает на 4,3 %, при второй – на 1,4 %, при третьей – на 0,7 %. Последовательная установка трех одинаковых аппаратов дает прирост качества сепарации порядка 6 %. Дальнейшее наращивание аппаратов нецелесообразно.

Таким образом, для повышения остроты разделения порошков можно предложить последовательную установку не более двух или трех однотипных аппаратов, что обеспечит ресурсоэффективность процесса последовательной перечистки сыпучего материала.

УДК 621.438

ПРОЧНОСТНАЯ И ВИБРАЦИОННАЯ ДОВОДКА ЛОПАТКИ ТРЕТЬЕЙ СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ГТК 10-4

STRENGTH AND VIBRATORY TUNING OF THE BLADE THIRD STAGE AN AXIAL COMPRESSOR GTK 10-4

Марченко Ю. Г. Седунин В. А., Серков С. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
jurijmarchenko@rambler.ru

Marchenko Y. G., Sedunin V. A., Serkov S. A.
Ural federal university, Ekaterinburg

Аннотация: В данной работе представлен вариант модернизации лопатки третьей ступени осевого компрессора ГТК 10-4 на основе анализа прочностного и вибрационного состояния исходной лопатки. Проанализированы эквивалентные и вибрационные напряжения, возникающие в лопатке. Построена резонансная диаграмма для рабочих режимов третьей ступени.

Abstract: This paper presents a variant of the blade modernization third stage axial compressor GTK 10-4 based on an analysis of the strength and vibration state of the original blades. The article provides an analysis of equivalent and vibration stresses in the blade. Resonance diagram was plotted for operating mode of the third stage.

Ключевые слова: осевой компрессор; диаграмма Кэмпбелла; частоты колебаний; эквивалентные напряжения.

Key words: axial compressor; Campbell diagram; oscillation frequency; equivalent stress.

В настоящее время парк газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) предприятия ООО «Газпром трансгаз Югорск», эксплуатирующего крупнейшую газотранспортную систему в мире, насчитывает более 1100 ГПА [1]. Значительную часть парка составляет ГПА ГТК 10-4. В соответствии с политикой энергосбережения, был разработан новый лопаточный аппарат осевого компрессора для данного типа установок с целью повышения КПД и запаса устойчивости.

В данной работе представлен вариант модернизации третьей ступени компрессора.

На основе геометрии исходной лопатки был проведен прочностной и модальный расчет с целью получения картины напряженно-деформированного и вибрационного состояния лопатки.

По результатам расчета, получены картины напряженно-деформированного состояния (НДС) лопатки на рис. 1, а.

Зоны концентраций напряжений для единичной лопатки наблюдаются на галтели со стороны входа и выхода, поскольку скругление имеет малый радиус, в котором возникают повышенные напряжения [2]. Максимальные эквивалентные напряжения составили 780,13 МПа и 825,42 МПа соответственно для исходного варианта.

Из анализа полученных результатов, принято решение о снижении напряжений в галтели до уровня, который соответствует коэффициенту запаса прочности $n = 2,2$ [3], что эквивалентно напряжениям ниже 600 МПа.

Для этого изменили конструкцию хвостовика и пера лопатки, а именно была увеличена осевая длина лопатки в корневых сечениях, и снижена в 4-х сечениях на периферии, снижена толщина лопатки и увеличен радиус скругления галтели.

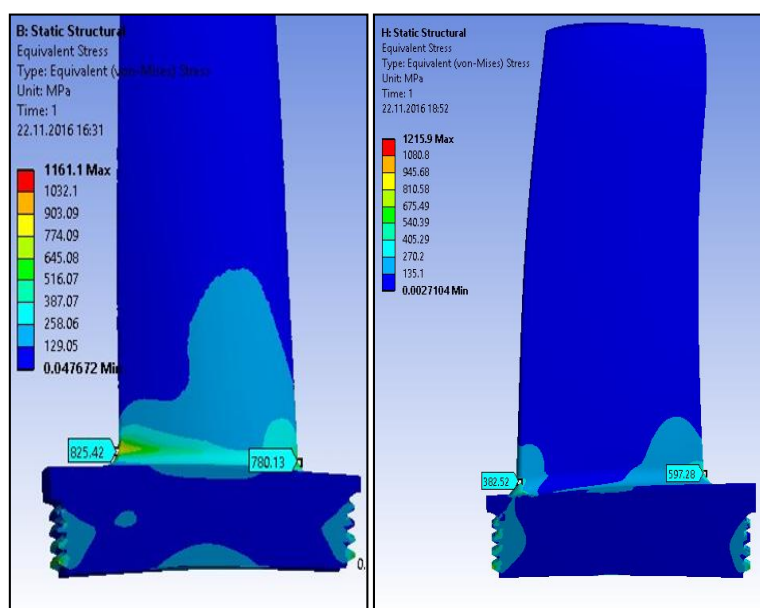


Рис. 1. НДС одиночной лопатки
а) исходная лопатка; б) модернизированная лопатка

В результате этих изменений удалось добиться снижения напряжений в галтели на 100-200 МПа (рис. 1, б).

Также посредством изменения геометрии пера лопатки была произведена частотная отстройка лопатки от резонансных режимов (рис. 2), что значительно уменьшает вероятность поломки в процессе эксплуатации, обеспечивает повышение КПД и запаса устойчивости.

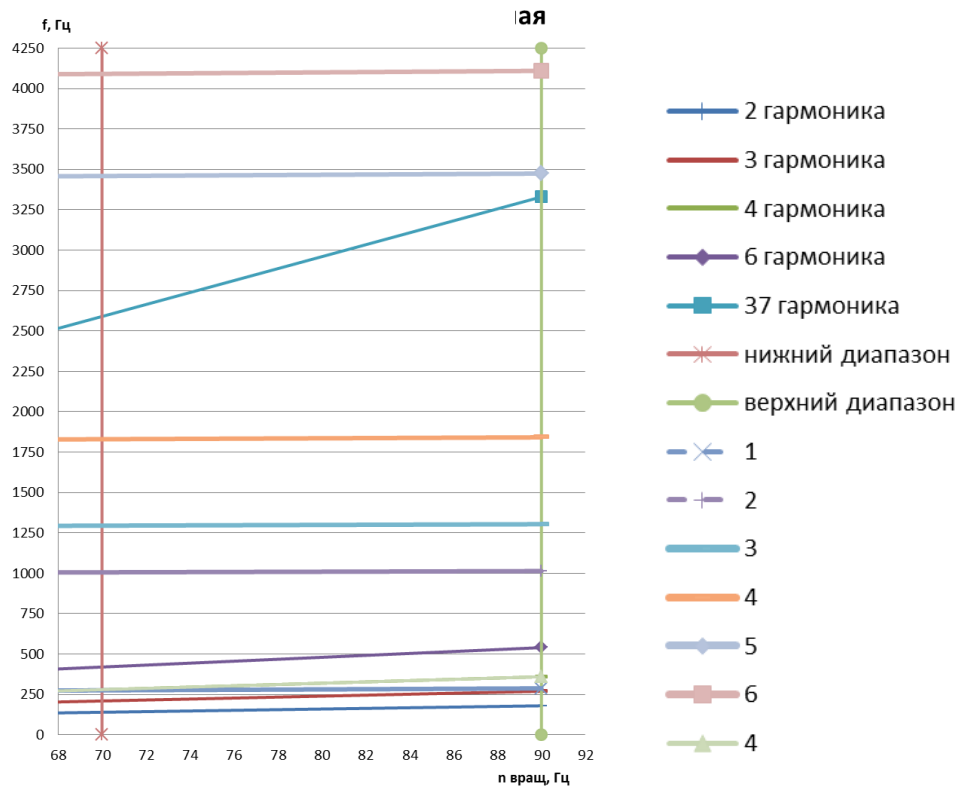


Рис. 2. Диаграмма Кэмпбелла лопатки третьей ступени

Список использованных источников

1. Прокопец А. О. Повышение эффективности работы приводных стационарных газотурбинных установок в условиях эксплуатации ООО «Газпром трансгаз Югорск»: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.04.12 / А. О. Прокопец ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург : [б. и.], 2012. 20 с.
2. Костюк А. Г. Динамика и прочность турбомашин: учебник для вузов по специальности «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели» / А. Г. Костюк . 2-е изд., перераб. и доп. М. : изд-во МЭИ, 2000. 480 с.
3. Морозов Е. М., Никишков Г. П. Метод конечных элементов в механике разрушения. М. : Наука, 1980. 354 с.